

455  
21 世纪全国高等理工院校计算机教材

TP3/3-43  
U37

# 计算机网络原理

王文明 编著



A0962730

北京大学出版社  
北 京

## 内 容 简 介

本书是全国高等理工院校计算机丛书中的一本,集计算机网络概念、结构、原理、技术及网络发展等诸多知识于一体,是一部综合性读本,一册在手,网络知识尽收眼底。

本书适于做大学本科生、研究生教材,可做培训教材也是网络工程师的必备参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理/王文明编著. —北京:北京大学出版社,2002.2

ISBN 7-301-05485-8

I. 计… I. 王… III. 计算机网络—原理 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 005330 号

**书 名:** 计算机网络原理

**著作责任者:** 王文明 编著

**责任编辑:** 王国义

**标准书号:** ISBN 7-301-05485-8/TP·0651

**出版者:** 北京大学出版社

**地 址:** 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

**网 址:** <http://cbs.pku.edu.cn>

**电 话:** 发行部 62754140 邮购部 62752015 编辑部 62765013

**排 版 者:** 兴盛达打字服务社 62549189

**电子信箱:** zpup@pup.pku.edu.cn

**印 刷 者:** 河北省滦县滦兴书刊印刷厂

**发 行 者:** 北京大学出版社

**经 销 者:** 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 24.875印张 621千字

2002年2月第1版 2002年2月第1次印刷

**定 价:** 35.00元

## 前 言

本书是集计算机网络概念、结构、原理、技术以及网络发展等诸多知识于一体的综合性极强的读本,一册在手,则网络知识尽收眼底。

全书在篇章顺序安排上一脉相承,遵循了从理论到实践,从一般到具体,从宏观到微观的普遍原则,在具体内容上浓缩与展开相结合,重点突出、由浅入深、循序渐进;在风格特点上,力图覆盖面广、综合性强、信息量大。

全书共分 27 章。第 1 章至第 9 章介绍计算机网络基本概念、基本结构及基本理论;第 10 章至第 12 章介绍局域网、广域网和互联网协议;第 13 章至第 15 章介绍局域网、广域网和互联网典型系统;第 16 章至 19 章介绍宽带网、光纤网、卫星网和综合业务数字网;第 20 章介绍 PBX 系统;第 21 章介绍网际互联;第 22 章介绍局域网与排队理论;第 23 章介绍组网技术与实例;第 24 章介绍中国计算机网络的发展;第 25 章介绍全球计算机机网络及通信技术;第 26 章介绍网络安全技术;第 27 章介绍计算机网络集成技术。

参与本书策划的有著名计算机专家周培德教授、龚圆明教授,美国宾夕法尼亚大学陆红博士、郑天宇博士,澳大利亚悉尼大学何志明博士。他们在篇章布局方面提出了许多宝贵的建议,在此表示衷心的感谢。

全书由北京理工大学青年博士生导师金伟其教授审阅,在此表示诚挚的谢意。

作 者

2001. 11

# 目 录

<b>第1章 概论</b> .....	(1)
1.1 计算机网络发展史 .....	(1)
1.2 计算机网络定义、组成、功能和用途 .....	(3)
1.3 通信子网结构 .....	(6)
1.4 网络体系结构 .....	(8)
1.5 ISO/OSI RM .....	(10)
1.6 网络标准化 .....	(13)
1.7 分类及发展趋势 .....	(14)
1.8 网络举例 .....	(14)
<b>第2章 通信技术基础</b> .....	(19)
2.1 通信技术基本概念 .....	(19)
2.2 通信技术理论 .....	(21)
2.3 数据编码技术 .....	(22)
2.4 数据通信系统 .....	(24)
2.5 多路复用技术 .....	(27)
2.6 交换方式 .....	(28)
2.7 差错控制 .....	(30)
<b>第3章 物理层</b> .....	(33)
3.1 物理层概述 .....	(33)
3.2 物理层协议 .....	(35)
3.3 传输介质 .....	(37)
3.4 模拟传输 .....	(38)
3.5 数字传输 .....	(43)
3.6 传输与交换 .....	(43)
3.7 终端处理 .....	(43)
<b>第4章 数据链路层</b> .....	(44)
4.1 数据链路层功能及其向高层提供的服务 .....	(44)
4.2 数据链路层协议 .....	(46)
4.3 流控制协议 .....	(54)
4.4 协议性能评价 .....	(59)
4.5 协议技术规范与协议正确性验证 .....	(61)
4.6 关于数据链路层的设计问题 .....	(65)

4.7	数据链路层实例	(67)
<b>第5章</b>	<b>网络层</b>	(71)
5.1	网络层功能及其向高层提供的服务	(71)
5.2	虚电路与数据报服务	(71)
5.3	路径选择算法	(75)
5.4	拥挤控制算法	(80)
5.5	死锁控制	(83)
5.6	关于网络层的设计问题	(84)
5.7	网络层实例	(85)
<b>第6章</b>	<b>传输层</b>	(88)
6.1	传输层功能及其向高层提供的服务	(88)
6.2	传输层连接管理	(88)
6.3	关于传输层设计问题	(94)
6.4	传输层实例	(101)
<b>第7章</b>	<b>会话层</b>	(105)
7.1	会话层功能及其向高层提供的服务	(105)
7.2	会话层远程过程调用	(105)
7.3	关于会话层的设计问题	(111)
7.4	会话层实例	(118)
<b>第8章</b>	<b>表示层</b>	(120)
8.1	表示层功能及其向高层提供的服务	(120)
8.2	表示层的抽象语法表示法 1(ASN.1)	(120)
8.3	表示层数据压缩	(126)
8.4	关于表示层的设计问题	(129)
8.5	表示层实例	(131)
8.6	表示层结论	(132)
<b>第9章</b>	<b>应用层</b>	(133)
9.1	应用层操作与管理	(133)
9.2	虚终端协议	(139)
9.3	文件传送协议	(142)
9.4	远程作业录入协议	(144)
9.5	应用层实例	(145)
<b>第10章</b>	<b>局域网协议</b>	(150)
10.1	局域网参考模型	(150)
10.2	IEEE 802 标准	(151)

10.3	LLC 子层协议 .....	(154)
10.4	局域网协议 .....	(156)
10.5	MAC 子层实例 .....	(160)
<b>第11章</b>	<b>广域网协议 .....</b>	<b>(161)</b>
11.1	广域网基本概念 .....	(161)
11.2	X.25 .....	(161)
11.3	帧中断 FR .....	(161)
<b>第12章</b>	<b>互联网协议 .....</b>	<b>(168)</b>
12.1	Internet 的网际协议 IP .....	(168)
12.2	传输控制协议 TCP .....	(175)
12.3	无类型域间路由选择 CIDR .....	(176)
12.4	下一代的网际协议 IPv6 .....	(177)
<b>第13章</b>	<b>局域网典型系统 .....</b>	<b>(179)</b>
13.1	局域网概论 .....	(179)
13.2	IBM 令牌环 .....	(180)
13.3	EtherSeries 以太网系统结构 .....	(186)
<b>第14章</b>	<b>广域网典型系统 .....</b>	<b>(189)</b>
14.1	SNA 网 .....	(189)
14.2	X.25 公用数据网 .....	(194)
<b>第15章</b>	<b>互联网典型系统——Internet .....</b>	<b>(196)</b>
15.1	Internet 概述 .....	(196)
15.2	Internet 技术基础 .....	(198)
15.3	E-mail(电子邮件) .....	(203)
15.4	FTP 文件传送 .....	(205)
15.5	Internet 其它服务 .....	(206)
15.6	WWW 服务 .....	(209)
<b>第16章</b>	<b>宽带网 .....</b>	<b>(211)</b>
16.1	宽带传输 .....	(211)
16.2	IBM PC 网络 .....	(213)
16.3	王安网 .....	(216)
<b>第17章</b>	<b>光纤网 .....</b>	<b>(218)</b>
17.1	光纤网络技术的发展 .....	(218)
17.2	光纤分布数据接口(FDDI)令牌环 .....	(221)
17.3	分布排队双总线(DQDB) .....	(223)
17.4	宽带综合业务数字网(B-ISDN) .....	(224)

17.5	光纤网拓扑结构简介	(229)
17.6	光纤局域网的发展	(233)
<b>第18章</b>	<b>卫星网络</b>	(234)
18.1	卫星通信概论	(234)
18.2	卫星网络拓扑结构	(235)
18.3	典型的卫星网络	(236)
18.4	国内卫星通信系统	(253)
<b>第19章</b>	<b>综合业务数字网</b>	(254)
19.1	ISDN 概论	(254)
19.2	宽带 ISDN(B-ISDN)	(260)
19.3	ISDN 所面临的问题	(264)
<b>第20章</b>	<b>PBX 系统</b>	(265)
20.1	PBX 技术的发展	(265)
20.2	PBX 的结构及其接口	(266)
20.3	无线 PBX	(267)
20.4	CBX- I	(267)
20.5	PBX 与 LAN	(269)
<b>第21章</b>	<b>网际互联</b>	(271)
21.1	概论	(271)
21.2	网络互联设备	(281)
21.3	X.75 与数据报模型	(289)
21.4	局域网互联方式	(291)
21.5	局域网互联和局域网、广域网互联	(294)
<b>第22章</b>	<b>局域网与排队论</b>	(296)
22.1	局域网性能分析	(296)
22.2	局域网协议性能比较	(299)
22.3	排队论及应用	(302)
<b>第23章</b>	<b>组网技术与实例</b>	(313)
23.1	网络设计方法	(313)
23.2	网络策略	(317)
23.3	网络规划与实施	(318)
23.4	网络性能仿真	(321)
23.5	网络操作系统介绍	(326)
23.6	局域网操作系统	(330)
23.7	局域网布线系统	(330)

23.8	大型 LAN 实例 .....	(332)
23.9	北京理工大学(BIT)校园网建设实例 .....	(332)
<b>第24章</b>	<b>中国计算机网络的发展 .....</b>	<b>(334)</b>
24.1	中国计算机网络的发展历程 .....	(334)
24.2	中国国家计算与网络设施工程(NCFC) .....	(335)
24.3	中国公用数据通信网 .....	(338)
24.4	中国公用计算机互联网(ChinaNet) .....	(341)
24.5	中国经济信息网 .....	(342)
24.6	中国教育与科研计算机网(CERnet) .....	(343)
24.7	中国科学技术计算网(CSTnet) .....	(347)
<b>第25章</b>	<b>全球计算机网络与通信技术展望 .....</b>	<b>(348)</b>
25.1	国家信息基础设施(NII) .....	(348)
25.2	NII 的建设 .....	(349)
25.3	美国 Gigabits 试验网 .....	(351)
25.4	全球 Internet 展望 .....	(353)
25.5	高速局域网技术发展 .....	(353)
25.6	高速广域网技术发展 .....	(355)
25.7	语音通信发展 .....	(356)
25.8	移动通信发展 .....	(357)
<b>第26章</b>	<b>网络安全 .....</b>	<b>(360)</b>
26.1	计算机网络安全 .....	(360)
26.2	计算机网络安全管理 .....	(362)
26.3	防火墙与 Internet 安全 .....	(366)
26.4	密码基础 .....	(370)
26.5	数据加密标准 DES .....	(370)
26.6	公钥密码系统 .....	(372)
26.7	数据通信系统的保密方式 .....	(375)
<b>第27章</b>	<b>计算机网络系统集成 .....</b>	<b>(376)</b>
27.1	网络集成的概念及其意义 .....	(376)
27.2	UNIX 和 Netware 网络系统集成实例 .....	(376)
27.3	Windows-NT 和 Netware 网络集成实例 .....	(386)



# 第 1 章 概 论

## 1.1 计算机网络发展史

### 1.1.1 计算机网络发展背景

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物,是计算机应用发展的重要领域,是社会信息化的重要技术基础,是一门正在迅速发展的新技术。计算机网络自 60 年代末、70 年代初开始发展,经历从简单到复杂、从初级到高级的发展过程。

1969 年,美国国防部高级研究计划局(ARPA)主持研制的 ARPA 计算机网络获得成功,它的关键技术的研究与实现推动了计算机网络的发展,不同国家网络还相互连接,形成国际互联网络,例如,Internet 已成为世界上最大的互联网络。

### 1.1.2 计算机网络发展阶段划分

计算机网络经历以下四个阶段:

#### 1. 具有通信功能的单机系统

本系统又称简单联机系统,其目标是解决远地站点的计算问题。

在网络发展早期,计算机是一种珍贵资源,只有数量有限的计算中心才拥有,其它计算机用户只有到计算中心上机。使用户信息得到及时处理,并且浪费人力、物力和财力。解决的方法是:在计算机内部增加通信概念,使远地站点的 I/O 设备通过通信线路直接和计算机相连,达到边输入、边处理的目的,最后将处理结果经通信线路送回到远地站点,如图 1-1 所示。

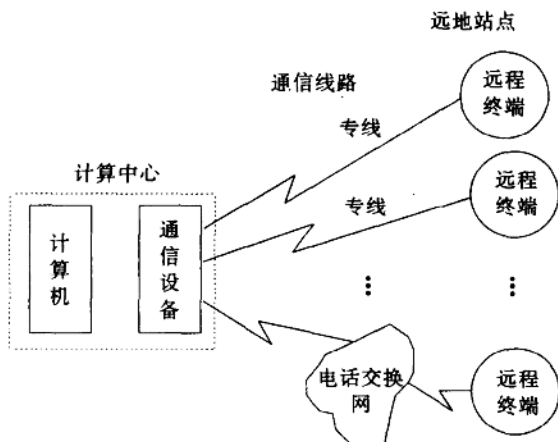


图 1-1 具有通信功能的单机系统

#### 2. 具有通信功能的多机系统

本系统又称复杂联机系统,目标是解决第一阶段中的两个缺点。

第一阶段有两个明显缺点:① 主机负担重。主机既要负责数据处理,又要负责通信;② 线路利用率低。终端远离主机,且数据量有限。

解决上述问题,可采用以下手段:① 解决主机负担重问题。在主机前设置一个前置处理机,负责与主机通信,使主机从繁重的通信任务中解脱出来,集中精力进行数据处理;② 解决线路利用率低的问题。在终端集中区域设置线路集中器,大量终端使用低速线路连到集中器,而集中器则通过高速专线与主机相连。个别终端也可以用专线与主机相连。

系统中的前置处理机和集中器一般采用小型计算机,要求内存较小,运算速度较低,指令系统简单,但通信功能强即可。当然也可选用专用前置机和专用集中器。系统如图 1-2 所示。

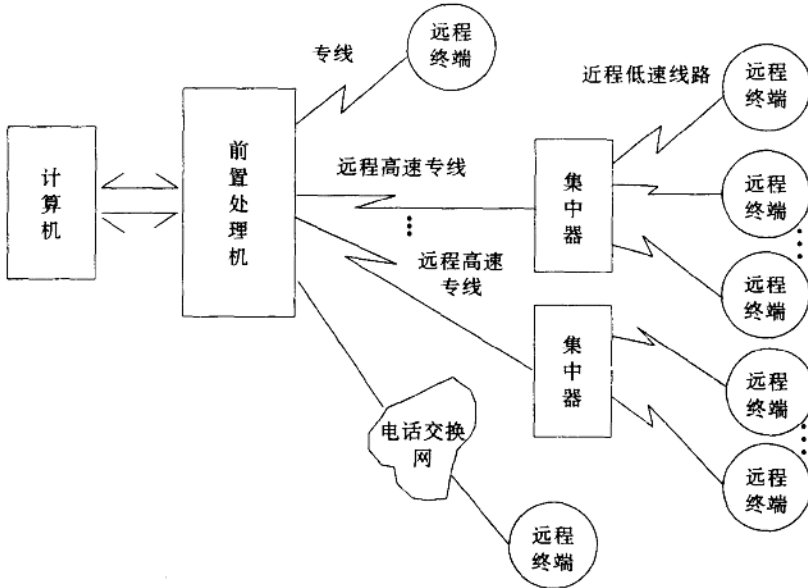


图 1-2 具有通信功能的多机系统

### 3. 计算机通信网络

本阶段的主要目标是实现多台主机间的通信。

随着上述联机系统的不断发展,以及计算机硬件价格的下降,一些大的企业开始拥有多台主机,并且这些系统分布在不同的地理位置上,它们之间经常需要交换信息,进行各种业务联系。因此,要求用通信线路将不同地理位置上的多台主机连接成计算机群,这种结构是以通信为主,故称计算机通信网络。本网络是计算机网络的低级形式。例如 ARPAnet 是典型的计算机通信网络。

### 4. 计算机网络

本阶段的主要目标是资源共享。

计算机通信网络的发展和运用,为计算机网络的最终形成打下了坚实的基础,它的一整套通信技术,至今仍为计算机网络领域所运用。随之,通信网络用户对网络提出了新的要求:共享网络资源和分布式处理。这样就形成了以共享资源为主的计算机网络。为了达到这个目的,应具备以下资源:① 计算机系统;② 通信系统;③ 通信协议;④ 网络操作系统。

从网络用户观点看,计算机网络就像一个大的计算机系统,可以随时使用网络资源,并且

感觉不到各资源在不同地理位置上。

当今计算机网络的发展如火如荼,从规模上看,包括局域网、广域网和国际互联网。全球逐步进入网络化、信息化社会,计算机网络文化正在迅速形成。

## 1.2 计算机网络定义、组成、功能和用途

### 1.2.1 计算机网络定义

(1) 定义一 一个互联的自主的计算机集合叫做计算机网络,其中互联表示计算机间有交换信息的能力,自主表示网络中计算机是独立自主的,能独立工作,无明显的主从关系,其中一台计算机不能强制启动、停止或控制网络中的另一个计算机。计算机间的互联可采用双绞线、同轴电缆、光纤、微波和卫星等通信介质。

(2) 定义二 将分布在不同地理位置上的具有独立处理功能的多台(3台以上)与数据设备通信设备和通信线路互联起来,并配有功能完善的网络软件(网络协议、信息交换方式控制程序和网络操作系统)以实现计算机通信与资源共享的系统,称为计算机网络。

### 1.2.2 计算机网络的组成

从宏观上看,计算机网络包括计算机系统、通信链路和网络节点(网络适配器)。

从逻辑上看,计算机网络包括资源子网和通信子网两部分。

#### 1. 资源子网

(1) 资源子网的功能 资源子网的功能是提供处理数据和访问网络的能力。

(2) 资源子网的构成 资源子网包括主机系统、终端控制器和终端。其中主机系统负责数据处理,运行应用程序,提供数据库访问能力。它经常通过高速通道与网络节点相连。终端控制器负责对一组终端进行全方位控制,如信息组装,信息卸装以及链路管理等。有的终端控制器可直接用作网络节点,如 IBM3705 终端控制器。计算机网络组成如图 1-3 所示。其中虚线以外为资源子网,虚线以内为通信子网。

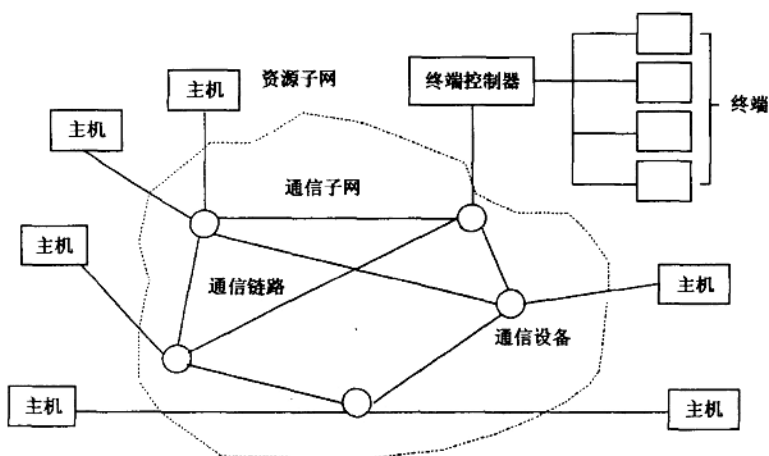


图 1-3 计算机网络组成

## 2. 通信子网

(1) 通信子网的功能 通信子网提供网络通信功能。这些功能包括信息传输、信息格式转换和部分协议控制等。

(2) 通信子网的构成 通信子网包括网络节点、通信链路和信号变换器,如图 1-4 所示。

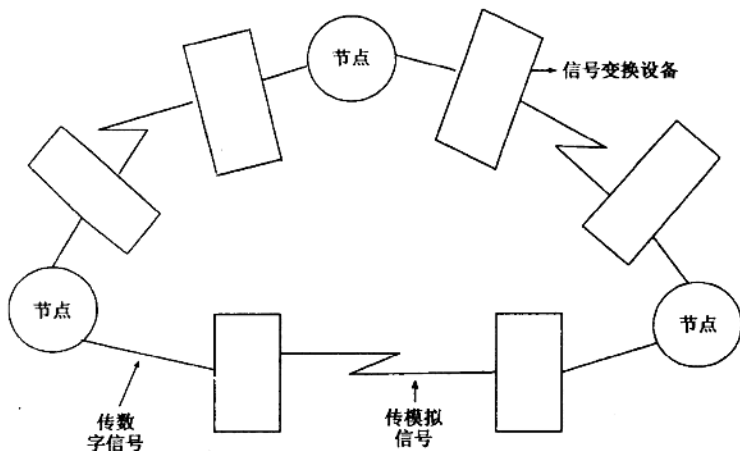


图 1-4 通信子网

网络节点可以是通信控制器,网络适配器或通信处理机,主要负责信息发送、信息接收以及信息的存储转发等。它首先是作为和资源子网接口的节点,负责管理和收发本地主机的信息。它其次是作为存储转发节点,负责为远程节点送来的信息选择一条合适的链路转发出去,由相应的路径选择算法实现。网络节点又称接口信息处理机(IMP),不同的网络有不同的网络节点名称。

通信链路是指两个网络节点(含节点)之间的一条通信信道(通信线路及其相关设备)。通信链路常用以下通信介质:双绞线、同轴电缆、光纤和无线电波等。

信号变换器提供数字信号和模拟信号之间的变换。如调制解调器(Modem),它可以实现模拟信号和数字信号的相互转换。不同的通信介质采用不同类型的信号变换器。

### 1.2.3 计算机网络的功能和用途

#### 1. 计算机网络的功能

(1) 资源共享 充分利用资源,实现资源共享是计算机网络的重要功能。计算机系统的许多资源可通过网络实现共享,这些资源包括存储资源、数据资源、软件资源和外部设备资源。

(2) 处理机间通信 利用网络,计算机与终端或计算机与计算机之间能快速、可靠地进行数据传输和信息交换,以满足网络用户的对话需求。

(3) 提供可靠性和可用性 计算机网络为各计算机通过网络互为后备提供了可能性,当其中一台计算机出现故障使通过网络转移信息和转移处理成为可能。

(4) 均衡负载与分布式处理 当某个系统过载时,新的作业可通过网络传送给其它系统,以达到均衡负载和充分发挥处理系统效率的作用。

(5) 集中式管理 网络能使在不同地理位置上分散的信息实现逻辑上的集中,从而便于管理;它也能使地理位置上分散的企业组织进行集中管理。如客运订票系统、飞机订票系统、船舶指挥系统、信息和销售管理系统、军事指挥系统等。

(6) 开辟新型服务项目 利用计算机网络可扩大计算机的应用范围,如远程诊病、远程教育、网上购物、网上国际会议等。

(7) 提供通信介质 为相距遥远的人们或企业提供强有力的通信介质,以完成话音、图像和数据图像等任务。

## 2. 计算机网络的用途

目前,计算机网络在以下几方面得到广泛应用。

(1) 网络在线服务 在线信息工业以网络数据库为基础,通过计算机网络把分布在一个国家乃至全世界的个人计算机与功能强大的大型主机相连,依靠各种应用软件的支持,使用户轻松地工作于网络环境中,尽情享受网络所带来的一切。如计算机布告系统、各种电子应用系统(计算机会议、电子邮件系统、购物系统、股票交易系统、教育、体育、家庭办公系统、银行业务、订票系统)等。

(2) 电子邮件系统 在众多网络应用中,电子邮件系统是最广泛、最有前途的应用之一。在 Internet 中有 1/3 的通信量是用于电子邮件(又称电子函件)系统,它是一种通用的计算机网络应用,也是一种其它应用所使用的基础设施。电子邮件系统的国际标准有 CCITT 和 ISO 共同制定,统称 X.400 和 ISO10021。

(3) 计算机集成制造系统 80 年代以来,由于市场竞争的日益加剧,使计算机集成制造系统(CIMS)成为制造业的发展趋势。它具有提高生产率、缩短生产周期等优点,使采用这一技术的企业具有了强大的市场竞争力,并取得显著经济效益。它涉及众多生产组织原理和高新技术,如计算机网络技术、成组技术、分布式数据库技术、递阶规划与控制以及分布式数控技术等。CIMS 技术将成为本世纪占主导地位的新型生产方式。

(4) 信息查询系统 随着信息交流的日益广泛及其重要性,人们对如何获取信息十分关注,使广域信息查询系统的研究与开发成为必要。另外,随着微电子、光纤、网络传输技术、交换技术等方面的进步,如帧中继(Frame Relay)技术、异步转移模式(ATM)技术、交换式多兆位数据服务系统(SMDS)等,使广域信息系统的研究与开发成为可能。

最早的信息查询系统是基于小型机技术的集中式查询系统,这种方式速度慢,可提供的服务少,而且容易造成查询中心计算机信息拥挤。随着 Internet 网络的形成和发展,出现了新一代的信息查询系统,如 WAIS(Wide Area Information Server)、WWW(World Wide Web)、Gopher、Archie 等。

(5) 校园网工程 随着全球性信息网络的迅速发展,我国也进入了网络建设的高潮,众多高等院校为了获取信息和技术交流,纷纷着手校园网建设。校园网工程是一项综合性的高科技建设项目,涉及许多技术方面以及学校各部门,因此,应该有管理部门和具体实施组织部门。校园网的建设不仅能改善原有的教学、科研和管理模式,还能逐渐改变学校的工作方式和组织机构,使人们思想上发生一场革命,以适应现代化信息社会的要求。

(6) 信息文化的宣传 利用计算机网络,可广泛、迅速和高效地进行电子信息宣传,将电子信息渗透到社会生活的方方面面,从而改变人们的生活、学习和工作方式。人们可以利用计算机网络开展科学研究,传播电子信息知识,大大加快科学的发明和发现。通过传播信息,可培

养出大批具有电子信息文化素质的人才,从而为国家的信息基础设施建设提供人才。据有关统计,到2010年,美国95%的人口将成为国家信息基础设施(NII)的用户。因此,利用网络向人们大力宣传电子信息知识,从而使民众拥有电子信息文化素质十分必要。

#### 1.2.4 计算机局域网的应用领域

局域网技术是广域网和互联网的基础,因而研究、开发和应用局域网尤为重要,近些年来,局域网在以下几方面得到了充分的应用:

##### 1. 办公室自动化(OA)

一般情况下,办公室的主要业务有:①信息处理;②文件、信息查找与确认;③计算与统计;④决策与判断;⑤通信与联络;⑥电子邮件;⑦电子会议等。

如果这些工作用人工来完成,不但花费大量时间,而且还会造成各种业务信息处理的不及时、不准确、不全面。若采用局域网,配置上相关的设备,如打印机和传真机等即可高效而可靠地完成这些工作。

##### 2. 网络数据库应用

利用计算机网络可以支持用户共享数据库和文件。数据库可集中放在网内一资源站,建立网络安全与保密措施,各用户可按不同的访问权限共享数据库资源。另外,随着分布式系统的发展,数据库也由集中走向分散。所以,借助计算机网络可对数据库进行良好的分布式处理。

##### 3. 过程控制

在现代企业中,为了提高生产效率,对生成过程进行自动控制至关重要。这就需要将企业本身所拥有的众多现代化设备(如计算机系统)连接成计算机网络,使它们能相互通信、相互控制与协调的自动化工作。

##### 4. 资源共享

在网络中,既有大型设备,又有小型设备。大型设备(例如大型计算机)的磁盘、打印机、软件等往往很有优势,相对小型设备就可利用网络功能共享大型机资源,以弥补自身的不足。

目前,局域网的应用还不够理想,关于它的研究与应用还在进行之中。

### 1.3 通信子网结构

通信子网根据特点分为点-点信道通信子网和共享信道通信子网。

#### 1.3.1 点-点通信子网

##### 1. 点-点信道的特点

点-点通信子网又称存储转发子网。子网内的每条信道都连到一对网络节点上。若子网中任意两个节点间无直接相连信道,则它们之间的通信必须间接地通过其它节点,即当信息经过中间节点时,先由中间节点接收并存储起来,待其输出线有空时,再转发到下一节点。这样的信道称点-点信道,这样的子网称点-点通信子网或存储转发子网。

##### 2. 点-点通信子网的拓扑结构及优缺点

(1) 星型拓扑 如图1-5a所示,其中每个节点都有一条单独的链路与中心节点相连,除中心节点外的所有通信都要经过中心节点。星形拓扑优点是结构简单,易组网,易管理。星形

拓扑缺点是线路长,成本高,对中心节点要求高。

(2) 环形拓扑 如图 1-5b 所示,网络节点连成环状。信息沿一个方向传输,经过各中间节点存储转发到目的节点。源节点可以选择较短路径方向传输。环形拓扑的优点是结构简单,总路径较短,网络延迟固定。环形拓扑的缺点是某个节点故障影响全网的通信,需要复杂的故障处理技术,不易接入新的节点。

(3) 网形拓扑 如图 1-5c 和 1-5d 所示,1-5c 为无规则形,1-5d 为有规则形。网形拓扑优点是可靠性高,路径众多。网形拓扑缺点是通信线路长,成本高,路径控制复杂。

(4) 树形拓扑 如图 1-5e 所示,各节点按层次进行连接。高层次节点可靠性高。树形拓扑优点是通信线路短,成本低,易扩展。树形拓扑缺点是结构复杂。

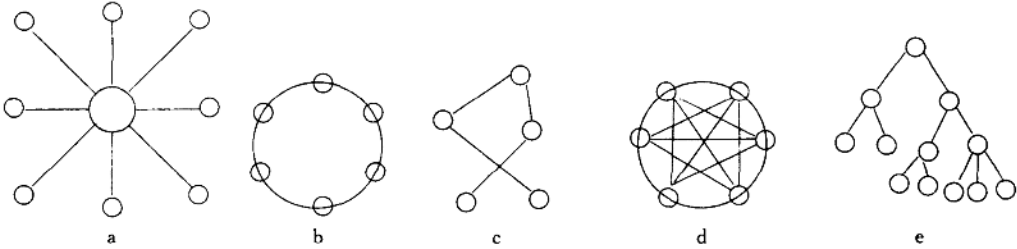


图 1-5 点-点信道通信子网结构  
a 星形 b 环形 c、d 网形 e 树形

### 1.3.2 共享信道通信子网

共享信道通信子网的拓扑结构如图 1-6 所示。

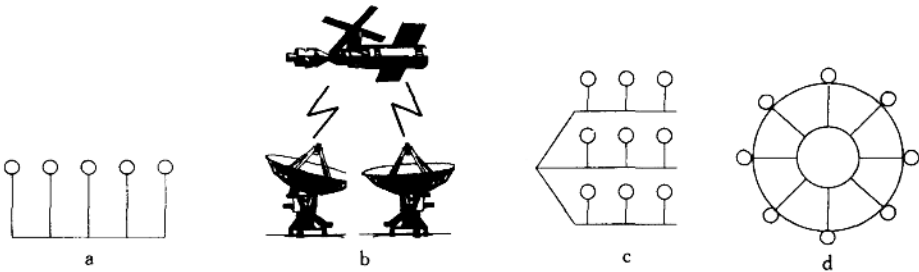


图 1-6 共享信道通信子网  
a 总线 b 卫星或无线电 c 树形 d 环形

#### 1. 共享信道的特点

网络中所有节点共享一条通信信道,各节点发送的信息可由网中所有节点接收,适合于广播通信。但一般情况下,是否接受信息取决于信息的目的地址。

#### 2. 共享信道通信子网的拓扑结构及其优缺点

(1) 总线式通信子网 如图 1-6a 所示,各节点连在一条总线上。这种结构要解决两个以上节点同时发送的冲突问题,即任一时刻只允许一个节点发送数据,而其它节点处于封锁状

态。

(2) 卫星及无线广播通信子网 如图 1-6b 所示,每个节点都有发送和接收天线,都能接收卫星或其它节点发来的信息。

(3) 树形通信子网 如图 1-6c 所示,它是总线型通信子网的一般形式,多用于宽带网。

(4) 环形通信子网 如图 1-6d 所示,各节点连接成环形。每个节点发送的信息均绕环传输一周,最后返回发送节点。但节点接收信息是按指定的地址接收的。

网络拓扑结构多种多样,合理选择结构,是网络设计的基本要求,它将直接或间接地影响网络工作的效率。因此,在网络设计之前,应利用规划方法、概率论和排队论对实际情况进行分析,或利用计算机模拟方法进行研究,以确定合理的网络拓扑结构。

## 1.4 网络体系结构

与计算机体系结构相对应,计算机网络也有其体系结构,即软硬件功能分配问题。计算机网络体系结构主要涉及逻辑结构、物理结构和软件结构三者的关系问题。

### 1.4.1 体系结构概念

体系结构是一个广义的概念,它包括三类相关的结构,即物理结构、逻辑结构和软件结构。其中每一种结构都是由一组元素和它们之间的交互作用方式所定义。这些结构的相互关系构成体系结构。

#### 1. 物理结构

物理结构的构成成分是完成特定功能的物理部件。它依赖于所处理的任务,其构成成分可以是集成电路、计算机部件、计算机系统等硬件设备。对物理结构的研究,可以决定系统所需资源,并对其提出详细的技术要求。在建立物理构成之前,研究的是它的逻辑结构。

#### 2. 逻辑结构

逻辑结构的构成决定输入、存储、发送、处理以及信息文件的转换等基本功能。逻辑结构可以是计算机操作系统、终端以及程序模块等。研究逻辑结构,可以考虑整个系统的操作,研究和处理与信息流有关的进程,并决定系统的逻辑资源。

#### 3. 软件结构

软件结构的构成成分是各种程序。它是一个系统装置的重要特性之一,涉及数据处理、进程访问、硬件故障诊断、数据发送、通道控制等有关程序。这些程序之间的相互作用保证了信息处理任务的正确执行。

计算机网络是复杂的系统,可从物理的、逻辑的和软件的结构来描述其体系结构。即逻辑结构是执行各种网络操作任务所需的功能;物理结构是指实现网络逻辑功能最优分配的各种网络子系统和设备;软件结构是指网络软件的结构,即网络部件中执行网络功能的程序。

### 1.4.2 网络协议概念

协议是通信双方为了实现通信所进行的约定或所作的对话规则,即握手规则。它包括语义、语法和定时关系三部分。语义规定了通信双方彼此“讲什么”,即确定协议元素的类型,如发出何种控制信息、执行何种操作和返回何种应答等。语法规定通信双方彼此“如何讲”,即确定



协议元素的格式,如数据格式和控制格式等。定时关系规定事件的执行顺序,即确定通信过程中通信状态的变化,通常可以用状态图来描述,如规定正确应答关系。

在计算机网络中,存在各种各样的服务功能,各实体间往往要进行各种各样的通信与对话,所以网络协议是非常重要的概念。

### 1.4.3 协议层次化

#### 1. 协议层次化的必要性

由于计算机网络系统是一个极为复杂的系统,为了简化设计,故采用模块化设计的观点,即协议的层次化。整个系统遵循低层向高层提供服务的原则。

协议层次化的思想:将网络功能分为N层,不同机器的相应层之间可以进行对话,其对话规则为该层的协议,相应层间的通信为虚通信,它是通过相邻层间接口的实通信实现的。这一思想被ISO采纳,并形成了ISO/OSI参考模型。

#### 2. 相邻层间的关系

假设:(N)表示第N层;(N)-PDU表示第N层的协议数据单元,(N)-PCI表示第N层的协议控制信息,(N)-IDU表示第N层的接口数据单元,(N)-SDU表示第N层的服务数据单元。

结论:(N)-PDU通过(N)和(N-1)间的接口数据单元(包括N层协议数据单元和N-1层服务数据单元)传到(N-1)层,作为(N-1)层的数据(N-1)-SDU。(N-1)-PCI和(N-1)-SDU构成(N-2)层的数据(N-2)-SDU,它通过(N-1)和(N-2)间的接口数据单元(包括N-1层协议数据单元和N-2层服务数据单元)传到(N-2)层,如图1-7所示。

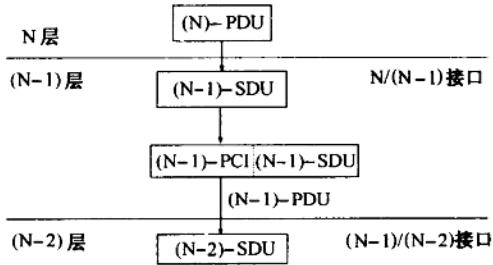


图 1-7 相邻层数据流关系

#### 1.4.4 各层协议设计中需解决的共同问题

在OSI中,各层协议设计存在自身的关键问题,同时各层协议设计过程中还具有共同性质的问题,简述如下:

- (1) 建立连接 网络中各层都包含有多个实体和进程,需要一种机构将要通信的两个进程临时连接起来,因此协议应能够寻址。
- (2) 拆除连接 当两个实体通信结束后,要拆除它们的连接,释放其占用的网络资源。
- (3) 传输方向的确定:数据传输方向可以是单向、半双向和全双向。一般规定一个连接包含两条信道,一条传输正常数据,另一条传输紧急数据。
- (4) 差错控制 包括检错和纠错,用相应的检错码和纠错码实现。
- (5) 流量控制 因为各同等层实体的发送和接收速度可能不一致,所以可能引起信息丢失或网络死锁。为此,通信双方应相互达成一致,协调通信工作,控制收发信息的速度,以避免网络拥挤或死锁。
- (6) 路径选择 在点-点通信子网中,从源节点与目的节点之间选择一条合适的路径的过程,称为路径选择。